

RANCANG BANGUN KENDALI OTOMATIS LAMPU DAN PENDINGIN RUANGAN PADA RUANG PERKULIAHAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO

I Wayan Yoga Widiana¹, I Gusti Agung Putu Raka Agung², Pratolo Rahardjo³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: wayan.nje@gmail.com¹, igapraka@yahoo.co.id², pratolo@unud.ac.id³

ABSTRAK

Teknologi kendali otomatis untuk penghematan energi sudah tidak asing lagi dalam kehidupan bermasyarakat. Kelalaian dalam mematikan lampu dan pendingin ruangan pada kelas adalah salah satu contoh pemborosan listrik yang terjadi pada institusi sekolah maupun kampus. Dengan menggunakan sensor PIR (Passive Infra Red) dan LDR (Light Dependent Resistor) pada sistem kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan, diharapkan dapat mengurangi konsumsi daya listrik yang berlebihan. Semua penggunaan sensor terhubung langsung dengan arduino nano sebagai pusat pengendali sistem otomatis. Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman dasar C arduino dan memanfaatkan function library timer yang difungsikan sebagai timer ruangan. Dari hasil penelitian, alat ini sudah dapat digunakan sebagai otomatisasi sekaligus penghemat pemakaian listrik pada penggunaan alat-alat elektronik seperti lampu dan pendingin ruangan.

Kata kunci: Timer ruangan, arduino nano, sensor PIR, sensor LDR

ABSTRACT

Automatic control technology for energy savings is no stranger to social life. Negligence in turning off lights and air conditioners in class is one example of the waste of electricity that occurs in school and campus institutions. By using the PIR (Passive Infra Red) sensor and LDR (Light Dependent Resistor) on the automatic control system of lights and air conditioners, it is expected to reduce excess electricity consumption. All uses of sensors are connected directly to Arduino Nano as the center of automatic system controllers. Software design uses the basic programming language C Arduino and utilizes the timer library function which functions as a room timer. From the results of the research, this tool can already be used as an automation while saving electricity consumption in the use of electronic devices such as lights and air conditioners.

Keywords: room Timer, arduino nano, PIR sensor, LDR sensor

1. PENDAHULUAN

Penerapan teknologi tepat guna dalam kehidupan sehari-hari sangat dibutuhkan untuk menunjang kualitas hidup manusia, karena dapat memberikan kemudahan dan efisiensi waktu dalam melaksanakan sebuah aktifitas. Salah satu penerapan teknologi tepat guna yaitu memanfaatkan sebuah sistem kendali otomatis. Sistem kendali otomatis merupakan suatu sistem yang dapat diberikan sebuah masukan tertentu untuk dapat menghasilkan keluaran jika semua kondisi masukan telah terpenuhi sesuai dengan yang diinginkan [1].

Tidak hanya mampu memberikan kemudahan dan efisiensi waktu, sistem kendali otomatis juga dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh manusia itu sendiri. Salah satu bentuk kerugian yang disebabkan manusia yaitu pemborosan dalam menggunakan energi listrik yang disebabkan karena adanya kelalaian [2]. Seperti halnya penggunaan lampu dan pendingin dalam

ruangan kelas yang sudah tidak digunakan atau ditinggalkan oleh pengajar maupun murid. Hal ini tentu dapat menghemat pengeluaran biaya listrik konsumsi daya PLN. Lebih-lebih apabila semua warga di Indonesia maupun seluruh dunia menyadari akan hal tersebut.

Dalam penelitian ini, penulis membuat kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada kelas dengan menggunakan mikrokontroler Arduino nano sebagai otak pengendali sistem. Menggunakan sensor LDR sebagai pendeteksi keadaan ruangan pada saat siang hari maupun malam hari, atau sebagai pendeteksi keadaan sinar matahari pada ruangan serta terdapat *Timer* yang dapat digunakan pengajar sebagai pengingat lama waktu perkuliahan. Sehingga lama lampu dan pendingin yang akan dinyalakan sesuai dengan waktu yang diinginkan sesuai dengan lama waktu yang digunakan. Selain itu penambahan fitur otomatis dengan sensor *PIR* (*Pasif Infra Red*) juga dapat menambah fitur

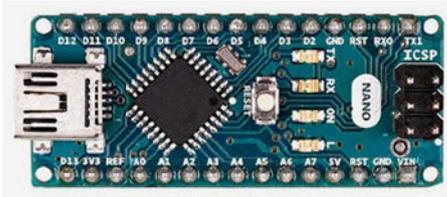
dari penelitian ini. Adanya fitur tersebut, maka ruangan yang tidak terpakai atau sudah tidak ada orang di dalam ruangan, dapat bekerja otomatis mematikan lampu dan pendingin dan menghemat penggunaan biaya listrik per bulannya. Hal ini akan berdampak pula pada penjualan listrik per sektor akan menurun jika semua orang menyadari dan menggunakan alat sistem kendali dan otomatis lampu dan pendingin. Untuk memasukkan lama waktu atau *input Timer* pada alat ini menggunakan sebanyak 3 buah tombol (*switch push button*). Fungsi dari tombol tersebut masing-masing untuk menyalakan sistem secara manual, Tambah waktu 50 menit (+50 menit) dan untuk mengurangi waktu 50 menit (-50 menit). Kemudian untuk tampilan (*Display*) alat ini menggunakan *display 7 segment* sebanyak 3 buah. Total lama waktu maksimal dari *Timer* ruangan ini adalah 999 menit (Sekitar 17jam).

Dengan penelitian ini diharapkan dapat menghemat listrik pada instansi pendidikan seperti tempat perkuliahan atau kampus, sehingga pemakaian listrik pada ruangan lebih efisien dengan adanya alat otomatisasi lampu dan pendingin ruangan dengan *Timer* dan sensor PIR berbasis mikrokontroler arduino nano.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Arduino

Arduino merupakan sebuah jenis *board* yang memanfaatkan mikrokontroler yang dengan mudah dapat di berikan sebuah perintah logika atau pemrograman yang mudah dipahami oleh manusia [3]. Mikrokontroler merupakan *chip* atau *IC (Integrated Circuit)* yang biasa deprogram dengan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler berfungsi sebagai 'otak' untuk mengendalikan proses *input* dan *output* pada rangkaian elektronik [4].



Gambar 1 Bentuk fisik Arduino Nano [5]

2.2. Timer Arduino

Timer / counter merupakan bagian pada perangkat keras yang terdapat pada sistem

kontrol Arduino. *Timer* dapat diprogram menggunakan beberapa macam register khusus dengan cara mengkonfigurasi *prescaler* untuk *Timer*, atau modus operasi dan banyak hal lainnya. Pengendali utama Arduino yaitu Mikrokontroler Atmel ATmega168 atau yang biasa disebut ATmega328. ATmega328 memiliki 3 *Timer*, yaitu *Timer0*, *Timer1* dan *Timer2*. *Timer0* dan *Timer2*. *Timer2* merupakan *Timer* 8bit dan *Timer1* merupakan *Timer* 16bit [6]. Perbedaan paling terlihat pada *Timer* 8bit dan 16bit ini yaitu resolusi waktu yang digunakan. Yang mana 8bits memiliki nilai 256, sedangkan 16bit memiliki nilai 65536 agar resolusi yang dihasilkan lebih tinggi.

Kontroler yang difungsikan pada Arduino mega yaitu Atmel AVR ATmega1280 atau ATmega2560. Hanya tidak sama pada ukuran memori, kontroler ini mempunyai 6 *Timer*. Agar *Timer0*, *Timer1* dan *Timer2* sama dengan ATmega168 atau 328. Sedangkan *Timer3*, *Timer4* dan *Timer5*, semua *Timer* 16bit hamper sama dengan *Timer1* [6]. Semua *Timer* arduino tergantung pada sistem clock Arduino yang dimiliki.

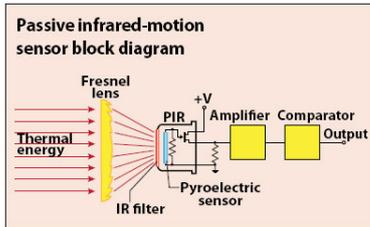
Berikut beberapa fungsi *Timer* yang terdapat pada Arduino nano [6] :

1. *Timer0*. adalah *Timer* 8bit. Dalam Arduino *Timer0* digunakan untuk fungsi *Timer*, seperti `delay ()`, `millis ()` dan mikro `()`.
2. *Timer1*. adalah *Timer* 16bit. Dalam Library Arduino, Servo menggunakan *Timer1* pada Arduino Uno (*Timer5* pada Arduino Mega).
3. *Timer2*. adalah *Timer* 8bit seperti *Timer0*. Dalam Arduino bekerja *Timer2* berfungsi menggunakan `tone ()`.
4. *Timer3*, *Timer4*, *Timer5*. hanya tersedia di Arduino mega. *Timer* ini semua *Timer* 16bit.

2.3. Sensor PIR (Passive Infra Red)

Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) merupakan sensor berbasis *infra red*, namun sensor PIR berbeda dengan IR LED dan fototransistor [7]. Sensor PIR dapat bekerja bereaksi pada tubuh manusia, disebabkan karena sensor PIR menggunakan IR *Filter* pada yang berguna sebagai penyaring panjang gelombang sinar infrared pasif. IR *Filter* sensor PIR dapat menyaring panjang gelombang sinar inframerah pasif dengan jarak antara 8 sampai 14 mikrometer, hanya gelombang gadi manusia saja yang dapat diterima, karena manusia memiliki panjang

gelombang sinar inframerah pasif berkisar antara 9 sampai 10 mikrometer [8]. Pancaran sinar inframerah yang kemudian diterima oleh *Pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari perangkat sensor PIR sehingga menyebabkan *Pyroelectric sensor* yang terdiri dari *galium nitrida*, *caesium nitrat* dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik [9].



Gambar 2 Diagram blok sensor PIR [9]

2.4. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

LDR adalah singkatan dari *Light Dependent Resistor* adalah resistor yang nilai resistansinya berubah – ubah karena adanya intensitas cahaya yang diserap [10]. LDR juga merupakan resistor yang mempunyai koefisien temperatur negatif, di mana resistansinya dipengaruhi intensitas cahaya. LDR dibentuk dari *Cadium Sulviet* (CDS) yang mana CDS dihasilkan dari serbuk keramik. Secara umum, CDS disebut juga peralatan *photo conductive*, selama konduktivitas atau resistansi dari CDS bervariasi terhadap intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya yang diterima tinggi, maka hambatan yang diterima juga akan tinggi yang mengakibatkan tegangan yang keluar juga akan tinggi [11]. Begitu juga sebaliknya. Mekanisme proses perubahan cahaya menjadi listrik terjadi. CDS tidak mempunyai sensitivitas yang sama pada tiap panjang gelombang dari *ultraviolet* sampai dengan inframerah.

2.5. Modul Relay

Modul Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai alat yang layaknya bekerja sebagai sebuah saklar / *switch*, komponen relay juga bekerja menggunakan prinsip saklar mekanik yang dapat digerakkan oleh energi listrik. Relay menggunakan gaya elektromagnetik untuk dapat melakukan proses membuka (*open*) maupun menutup (*closed*) [12]. Sinyal pada *input* relay dapat digunakan untuk membaca pada tegangan mulai dari 3.3v sampai dengan 5v. Catu daya yang terdapat pada modul relay membutuhkan tegangan 5 volt DC agar dapat bekerja. Modul relay dapat menghantarkan

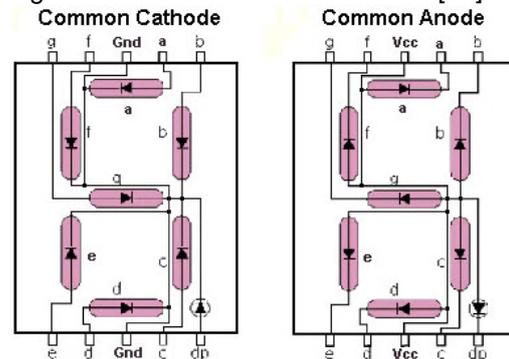
tegangan AC 220 volt dengan arus maksimal yang dihantarkan 10 Ampere.



Gambar 3 Modul Relay [13]

2.6. Display 7 Segment

Display 7 segment adalah komponen yang berguna sebagai penampil karakter angka dan karakter huruf. *Display 7 segment* juga sering disebut tampilan 7 ruas. Pada layar *7 segment* juga terdapat karakter *dot* (titik) yang sering digunakan untuk fungsi karakter koma atau fungsi titik pada saat menampilkan suatu bilangan. *7 segment Display* terdiri dari 7 macam penampil karakter yang disusun pada sebuah kesatuan sehingga dapat menampilkan karakter huruf dan karakter angka. Terdapat 7 macam penampil dasar pada *LED (Light Emitting Diode)* yang disebut dengan karakter A-F dan karakter *dot* [14].



Gambar 4 Bentuk Susunan Karakter Display 7 Segment [15]

3. METODE DAN PERANCANGAN

Perancangan alat kontrol lampu dan pendingin ruang (AC) perkuliahan otomatis berbasis arduino nano ini terdiri dari 2 bagian. Bagian perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Proses perancangan perangkat keras meliputi pemasangan rangkaian penyusun sesuai dengan diagram blok. Bagian berikutnya adalah perancangan perangkat lunak untuk pengisian program pada mikrokontroler Arduino nano agar dapat bekerja sesuai *flow chart* program yang ditentukan. Diagram alir bagian perancangan perangkat keras (*hardware*) dan

perangkat lunak (*software*) tersebut dapat dilihat pada gambar 5

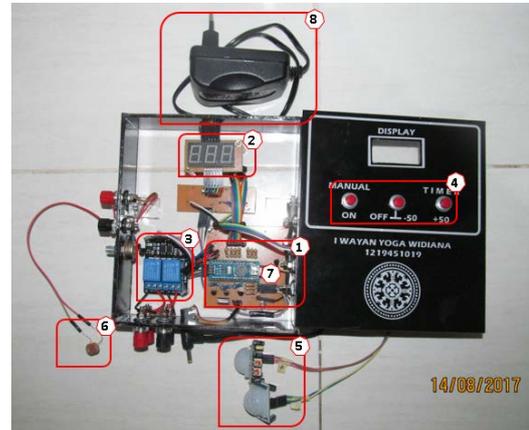


Gambar 5 Diagram Alir Perancangan Kendali Otomatis Lampu dan Pendingin Ruangan Pada Ruang Perkuliahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Realisasi Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Gambar 6 merupakan alat kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler arduino nano.



Gambar 6 Realisasi Kendali Otomatis Lampu dan Pendingin Ruangan Pada Ruang Perkuliahan Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

Kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler arduino nano memiliki beberapa bagian rangkaian meliputi:

1. Mikrokontroler Arduino
2. Display 7 Segment
3. Modul Relay
4. Tombol (*Push Button Switch*)
5. Sensor PIR
6. Sensor LDR
7. Buzzer
8. Catu Daya (*Power Supply*)

4.2. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian ini dilakukan perblok dan dengan pembahasan hasil pengujian pada block tersebut, adapun blok-blok rangkaian yang akan diuji adalah sebagai berikut:

4.2.1. Pengujian Port Mikrokontroler Arduino Nano

Diagram blok pengujian sistem pada mikrokontroler arduino nano dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7 Diagram blok pengujian sistem Mikrokontroler Arduino Nano

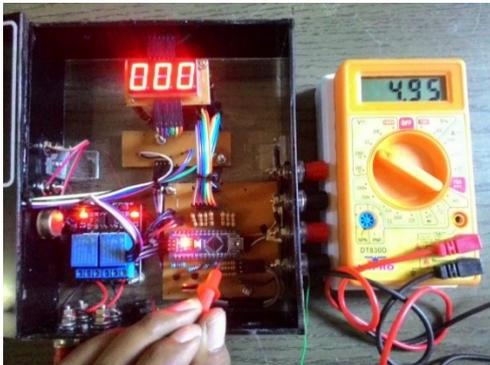
Dari hasil pengukuran pada masing-masing *Port* yang ditunjukkan gambar 8 dan gambar 9 diperoleh hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Kondisi *Port* Mikrokontroler

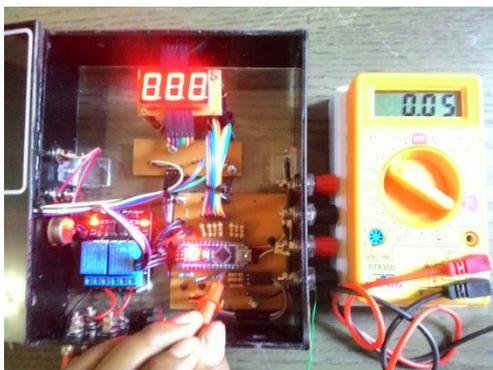
Port	No Pin	Input	Multitester
A	A0 s/d A9	H	4.95 V
A	A0 s/d A9	L	0.05 V
D	D0 s/d D13	H	4.95 V
D	D0 s/d D13	L	0.05 V

Keterangan : H = Kondisi *High*
L = Kondisi *Low*

Gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan Pengukuran pada kaki Arduino Nano Kondisi *high* dan Pengukuran pada kaki Arduino Nano Kondisi *low*.



Gambar 8 Pengukuran pada kaki Arduino Nano Kondisi *High*



Gambar 9 Pengukuran pada kaki Arduino Nano Kondisi *Low*

Dari hasil yang diperoleh, kondisi setiap *Port* paralel dari sistem arduino nano bisa dibuat berlogika tinggi atau juga berlogika rendah. Hal ini menandakan sistem minimum yang telah dirancang dapat digunakan sebagai I/O.

4.2.2. Pengujian Tombol

Pengujian tombol dilakukan untuk memastikan keluaran tombol sesuai dengan nilai yang diharapkan. Karena keluaran tombol tersebut akan digunakan sebagai *input* pada arduino nano. Diagram blok pengujian tombol pada mikrokontroler arduino nano dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Diagram blok pengujian tombol

Dari hasil pengukuran masing-masing tombol pada gambar 11 dan gambar 12 diperoleh hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Keluaran Tombol

Kondisi Tombol	Hasil Pengukuran	Logika
Ditekan	4.97 V	1
Tidak Ditekan	0 V	0

Dari data di atas maka diperoleh keluaran dari tegangan tombol dapat digunakan untuk masukan pada arduino. Untuk pengukurannya tampak pada gambar 11 dan gambar 12.



Gambar 11 Pengujian Tombol *Push Button Switch* Saat Ditekan



Gambar 12 Pengujian Tombol *Push Button Switch* Saat Tidak Ditekan

4.2.3. Pengujian Ketepatan *Timer*

Tujuan dari pengujian *Timer* adalah untuk mengetahui ketepatan *Timer* yang sesuai dengan ketentuan dan agar dapat bekerja

sesuai fungsinya. Dari hasil pengukuran pada gambar 13 diperoleh hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Ketepatan *Timer*

Waktu Alat	Waktu <i>Stopwatch</i>	Selisih
5 menit	5 menit 0,42 detik	0,42 detik
10 menit	10 menit 0,33 detik	0,33 detik
15 menit	15 menit 0,39 detik	0,39 detik



Gambar 13 Pengujian ketepatan *Timer*

Dari hasil pengujian terdapat sedikit perbedaan selisih waktu antara *Timer* alat dan *Stopwatch*. Perbedaan waktu terjadi karena pengaruh kecepatan dan ketepatan saat menekan tombol berhenti pada *Stopwatch*. Sehingga dari pengujian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan jika *Timer* pada arduino sudah cukup akurat dibandingkan dengan *Timer* asli konvensional. Ketepatan waktu dari *Timer* arduino juga dipengaruhi dari kristal sebesar 16Mhz yang terdapat pada arduino sebagai acuan *Timer*, karena detaknya lebih stabil.

4.2.4. Pengujian Sensor PIR

Tujuan dari pengujian sensor PIR adalah untuk mengetahui ketepatan jarak yang dapat dijangkau oleh sensor PIR.



Gambar 14 Pengujian jarak jangkauan sensor PIR.

Hasil pengujian jarak jangkauan sensor PIR ditunjukkan pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Pengujian Jarak Sensor PIR (Sensor 1)

Jarak sensor dengan manusia	Keluaran Sensor PIR
4 meter	Terdeteksi
5 meter	Terdeteksi
6 meter	Terdeteksi
7 meter	Terdeteksi
7.5 meter	Tidak terdeteksi
8 meter	Tidak terdeteksi

Tabel 5 Pengujian Jarak Sensor PIR (Sensor 2)

Jarak sensor dengan manusia	Keluaran Sensor PIR
4 meter	Terdeteksi
5 meter	Terdeteksi
6 meter	Terdeteksi
7 meter	Tidak terdeteksi
7.5 meter	Tidak terdeteksi

Akurasi sensor PIR sudah lebih dari yang ditargetkan, mengingat spesifikasi teknis dari sensor PIR yang dipakai penulis jarak jangkauan sampai dengan 6 meter.

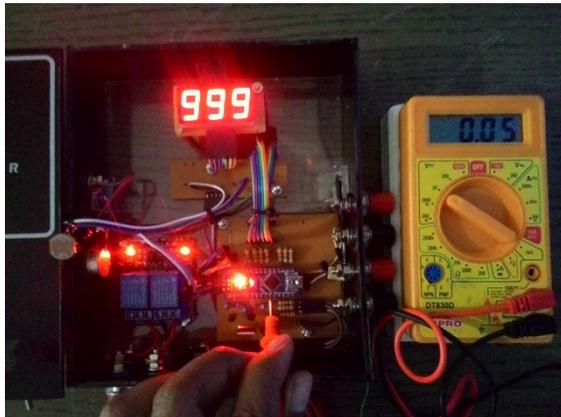
4.2.5. Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor LDR atau sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi dari sensor LDR dan mengetahui besaran tegangan yang dikeluarkan sensor LDR melalui rangkaian pembagi tegangan. Nilai pembagi tegangan tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai tegangan referensi untuk masukan pada pin *input* arduino. Diagram blok dari pengujian sensor LDR tampak seperti gambar 15

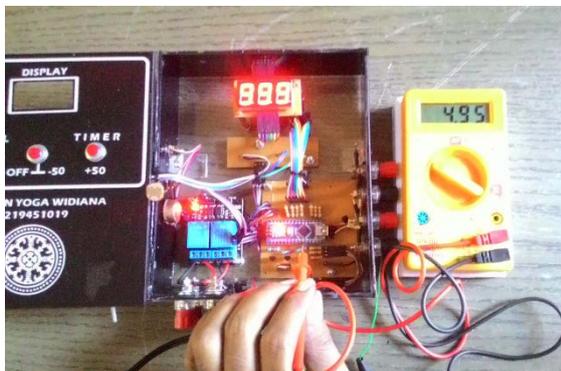


Gambar 15 Diagram blok pengujian sensor LDR. Foto pengujian sensor LDR dan hasil pengukuran keluaran sensor LDR pada alat sistem kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis

mikrokontroler arduino nano tampak pada gambar 16 dan gambar 17.



Gambar 16 Pengujian sensor LDR pada kondisi gelap



Gambar 17 Pengujian sensor LDR pada kondisi terang

Pengukuran dilakukan dengan cara memberi sinar dan menutup sensor LDR dan mengukur keluaran pada keluaran arduino. Untuk hasil dari pengujian tampak pada tabel 6.

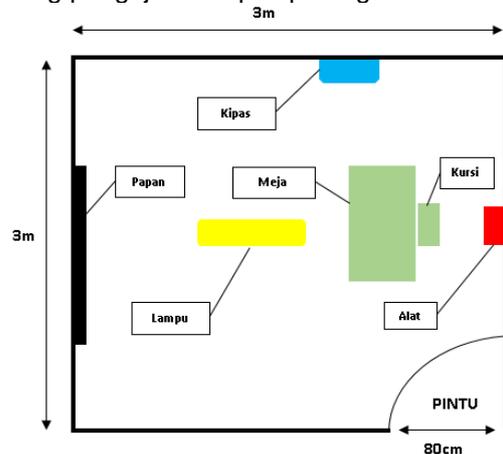
Tabel 6 Pengukuran Nilai Tahanan LDR

LDR	Nilai LDR	V-OUT
TERANG	1K2 Ω	0V
GELAP	3K Ω	5,1V

4.3. Pengujian Penggunaan Alat

Setelah dilakukan pengujian semua bagian-bagian perangkat keras secara keseluruhan diperoleh hasil bahwa sistem alat yang direncanakan dipastikan akan berjalan sesuai dengan perencanaan. Pengujian penggunaan alat diperlukan untuk mengetahui alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dan dapat mengetahui fungsi utama alat, yaitu sebagai penghemat pemakaian listrik pada ruang perkuliahan. Pengujian dilakukan pada ruang kamar berukuran 3m x 3m. Alat dan sensor diletakkan pada meja belajar dan

penulis mengoperasikannya sesuai dengan kondisi pada saat apabila alat dipasang pada ruang kelas perkuliahan. Untuk keluaran dari relay penulis menggunakan lampu ac dan kipas dengan tegangan AC 220V sebagai pengganti lampu kelas dan pendingin ruangan kelas pada ruang perkuliahan. Gambaran ruang pengujian tampak pada gambar 18.



Gambar 18 Gambaran ruang pengujian alat

Setelah melakukan pengujian alat dan didapatkan hasil analisisnya maka penulis dapat memperkirakan analisa penerapannya pada kegiatan perkuliahan di salah satu ruang perkuliahan atau ruang kelas di kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana. Analisis diambil dengan menggunakan sampling jadwal perkuliahan pada ruang D1.1 yang terdapat di kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar. Sampling analisa kegiatan perkuliahan kelas untuk penerapan alat pada jadwal perkuliahan pada satu kelas diambil dalam satu hari ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7 Sampling Penerapan Alat Pada Jadwal Kegiatan Perkuliahan Semester Genap Tahun 2016

No.	Waktu	Ruang D1.1 Mata Kuliah	Kondisi Ruangan	Status Alat	
				Pendingin Ruangan	Lampu
1	08.30-09.20	(s5)Manajemen Suplai Energi Listrik (A)	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
2	09.20-10.10	-idem-	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
3	10.10-11.00	-idem-	Perkuliahan Selesai Cepat	Off	Off
4	11.00-11.50	(s5)Agama	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
5	11.50-12.40	-idem-	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
6	12.40-13.30	(s7)Elektronika Digital	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
7	13.30-14.20	-idem-	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
8	14.20-15.10	(s6)Analisa Gangguan Sistem Tenaga Listrik (A)	Perkuliahan Berlangsung	On	Off
9	15.10-16.00	-idem-	Perkuliahan Selesai Cepat	Off	Off
10	16.00-16.50	Kosong		Off	Off
11	16.50-17.40	Komputer Forensik (K1s Paralel)	Perkuliahan Berlangsung	On	On
12	17.40-18.30	-idem-	Perkuliahan Berlangsung	On	On
13	18.30-19.20	-idem-	Perkuliahan Selesai Cepat	Off	Off
14	19.20-20.10	(s6)Teknik Pengkodean Kanal	Perkuliahan Berlangsung	On	On
15	20.10-21.50	-idem-	Perkuliahan Selesai Cepat	On	On

Terlihat beberapa ruang kelas yang kosong ditinggalkan pada saat perkuliahan belum selesai. Dari hasil sampling penggunaan ruang kelas tersebut dapat digunakan untuk analisa jumlah penghematan listrik yang dilakukan pada satu ruang kelas

selama satu hari. Waktu yang dapat dihemat untuk penghematan pemakaian listrik tampak pada tabel 8.

Tabel 8 Total Penghematan Waktu Dalam 1 Hari

Pukul	AC	Lampu	
	Waktu	Waktu	
08.30-09.20		Waktu saat memang lampu tidak menyala	
09.20-10.10			
10.10-11.00	90		
11.00-11.50			
11.50-12.40			
12.40-13.30			
13.30-14.20			
14.20-15.10			
15.10-16.00	90		
16.00-16.50	50		50
18.30-19.20	90		90
19.20-20.10			
20.10-21.50	90		90
Total Waktu	410 (6,8 Jam)		230 (3,8 Jam)

Tampak penghematan waktu selama 410 menit (6,8 jam) untuk pendingin ruangan dan 230 menit (3,8 jam) untuk lampu ruangan. Untuk hasil dari penghematan tentu akan berbeda setiap harinya.

Jika dalam sebulan maka rata-rata perhitungan penghematan listrik atau dapat memetakan penggunaan alat elektronik selama satu bulan adalah sebagai berikut:

1. Pendingin Ruangan
 - 410 menit x (jumlah hari perkuliahan dalam 1 bulan)
 - 410 x 22 = 9020 menit = 150 jam (6,8 Jam) perhari
2. Lampu Ruangan
 - 230 menit x (jumlah hari perkuliahan dalam 1 bulan)
 - 230 x 22 = 5060 menit = 84 jam (3.8 Jam) perhari

Maka dapat di perhitungkan penghematan listrik yang dipakai dalam satu bulan seperti berikut:

1. Perhitungan Penghematan Pendingin Ruangan perhari
 $((\text{Daya AC} / 1000) \times \text{Waktu hidup AC per hari}) \times \text{Biaya listrik per KWH}$
 $= ((1300 / 1000) \times 6,8) \times \text{Rp.1114,74}$
 $= (1,3 \times 6,8) \times \text{Rp.1114,74}$
 $= 8,84 \times \text{Rp.1114,74}$
 $= \text{Rp.9.854,30}$
2. Perhitungan Penghematan Lampu Perhari

$$((\text{Jumlah lampu} \times \text{Daya lampu}) / 1000) \times \text{Waktu hidup} \times \text{Biaya per KWH}$$

$$= ((4 \times 36) / 1000) \times 3,8 \times \text{Rp.1114,74}$$

$$= (0.144 \times 3,8) \times \text{Rp.1114,74}$$

$$= 0,542 \times \text{Rp.1114,74}$$

$$= \text{Rp.609,98}$$

3. Perhitungan Total Penghematan Pendingin Ruangan dan Lampu Perhari
 Biaya Pendingin Ruangan + Biaya Lampu
 $= \text{Rp.9.854,30} + \text{Rp.609,98}$
 $= \text{Rp.10.464,28}$

4. Total penghematan dalam satu bulan
 Total penghematan satu hari x 22 (Perkuliahan berlangsung)
 $= \text{Rp.10.464,28} \times 22$
 $= \text{Rp.230.214,285}$

Dari perhitungan di atas terdapat penghematan biaya pemakaian listrik yang semestinya tidak dibayarkan sebesar Rp.230.214,-.

Perbandingan penghematan pemakaian listrik sebelum dan sesudah setelah menggunakan sistem kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler arduino nano tampak pada tabel 9.

Tabel 9 Perbandingan Selisih Penggunaan Listrik Sebelum dan Sesudah Menggunakan Alat

No.	Item	Sebelum	Sesudah	Selisih
1	Lampu	Rp.609,98	Rp.0,-	Rp.609,98
2	Pendingin Ruangan	Rp.9.854,30	Rp.0,-	Rp.9.854,30
Total		Rp.230.214,285	Rp.0,-	Rp.230.214,285

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penghematan pengeluaran listrik pada satu kelas dengan menggunakan sistem kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler arduino nano sebesar Rp.239.214,- selama 1 bulan setiap kelasnya.
2. Sensor PIR dapat bekerja mendeteksi keberadaan orang di dalam ruangan dan sensor LDR dapat mendeteksi intensitas cahaya sehingga dapat mengontrol lampu dan pendingin ruangan secara otomatis sesuai dengan keadaan didalam ruangan.
3. Waktu pada *Timer* dapat bekerja secara tepat sesuai dengan waktu pada stopwatch, sehingga dapat digunakan sebagai *Timer* waktu lama perkuliahan.

4. Tombol dapat bekerja untuk fungsi *input* lama perkuliahan sebagai *Timer* dan untuk saklar manual on/off pada lampu dan pendingin ruangan.

5.2. Saran

Hasil dari perancangan sistem kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan berbasis mikrokontroler arduino nano masih terdapat kekurangan, sehingga perlu dilakukan pengembangan untuk kesempurnaan alat, diantaranya :

1. Fungsi alat masih fungsi dasar atau hanya sebagai kontrol pendingin ruangan dan lampu. Bisa dikembangkan untuk penambahan pengatur temperatur ruangan.
2. Alat masih memiliki keterbatasan pada luas ruangan, mengingat banyak ruangan yang memiliki luas lebih dari ukuran 10m x 5m. Maka jangkauan sensor perlu diperluas dengan cara menambah jumlah sensor PIR.
3. Mungkin bisa dikembangkan dengan menambah fitur jadwal perkuliahan yang pasti pada ruangan yang digunakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan E, Suhery C, Triyanto D, Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*. 2013; 01(2): 1-10.
- [2] Desyantoro E, Fathur Rochim A, Teguh Martono K, Sistem Pengendali Peralatan Elektronik Dalam Rumah Secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, Dan Sensor LDR. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*. 2015; 03(3): 405-411.
- [3] Prasetyo S, Yasri I, Aspek Perancangan Sistem Penerangan Cerdas Berbasis RF Transciever. *Jom FTTEKNIK*. 2017; 04(1): 1-8.
- [4] Duanji, Feri. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Penerbit Elexmedia. 2011.
- [5] <https://www.arduino.cc/>, diakses tanggal 1 April 2019
- [6] <https://playground.arduino.cc/>, diakses tanggal 20 November 2016.
- [7] Andriani T, Hidayatullah M, Ikbal M, Rancang Bangun Sistem Keamanan Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* Dilengkapi Kontrol Pendingin Ruangan Berbasis Arduino Uno Dan *Real Time Clock*. *Jurnal Ilmu Fisika*. 2018; 10(2): 94-102
- [8] Puspita Mori S, Nasmuz Sakib, Ferdous Z, Taher A, *Automatic Lighting And Security Design Using PIR Motion Sensor*. *Journal Of Institute Of Information Technology, Jahangirnagar University*. 2015; 14(8): 1-5
- [9] <http://elektronika-dasar.web.id/sensor-cahaya-ldr-light-dependent-resistor/>, diakses tanggal 1 April 2019
- [10] Sadi S, Budiawan T, Kontrol Pendingin Ruangan (Fan) Dengan Logika Fuzzy Menggunakan Atmega 8535, LM35 Dan PIR. *Jurnal TELKA*. 2016; 02(2): 94-105.
- [11] Welman J, 2013, "Prototype Penerangan Rumah Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535", Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru
- [12] <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, diakses tanggal 1 April 2019
- [13] <https://i1.wp.com/randomnerdtutorials.com/wp-content/uploads/2016/11/relay-module.jpg>, diakses tanggal 1 April 2019
- [14] <http://elektronika-dasar.web.id/display-7-segment/>, diakses tanggal 20 November 2016
- [15] <https://www.elprocus.com/wp-content/uploads/2014/10/configuration.jpg> diakses tanggal 1 April 2019